

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-136933

(43)Date of publication of application : 16.05.2000

(51)Int.Cl.

G01C 19/56
G01P 9/04

(21)Application number : 10-309938

(71)Applicant : MITSUI CHEMICALS INC

(22)Date of filing : 30.10.1998

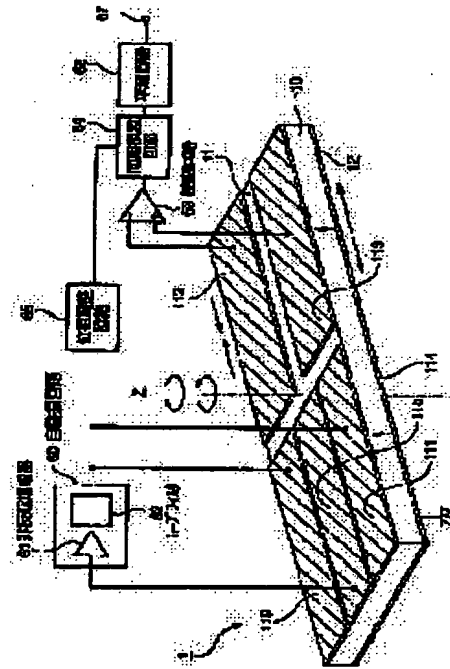
(72)Inventor : KOISO TAKESHI
KANAYAMA KOICHI
IWATA YASUSHI

(54) VIBRATION GYRO ELEMENT AND VIBRATION GYRO SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a highly accurate and stable vibration gyro element and a vibration gyro sensor.

SOLUTION: The vibration gyro sensor is provided with a vibration gyro element 1 in which a feedback electrode 115 for self-excitation is formed in a piezoelectric body 10 and comprises a self-exciting circuit 60 to utilize a feedback signal from the feedback electrode for the self-excitation driving of the piezoelectric body, a differential circuit 63 to detect the output difference between at least one detecting electrode formed to the piezoelectric body and an earthed electrode or the output differences among a plurality of detecting electrodes, a phase regulating circuit 65 to create a switching signal in the same phase as that of the output of the differential circuit from the self-exciting circuit, a synchronous detecting circuit 64 for detecting the output of the differential circuit in synchronization with the switching signal, and a smoothing circuit 66 to smooth the output of the synchronous detecting circuit.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-136933
(P2000-136933A)

(43) 公開日 平成12年5月16日 (2000.5.16)

(51) IntCl.	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 0 1 C 19/56		G 0 1 C 19/56	2 F 1 0 5
G 0 1 P 9/04		G 0 1 P 9/04	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-309938

(22) 出願日 平成10年10月30日 (1998. 10. 30)

(71) 出願人 000005887

三井化学株式会社

東京都千代田区霞が関三丁目2番5号

(72) 発明者 小磯 武

千葉県袖ヶ浦市長浦字拓二号580番32 三井化学株式会社内

(72) 発明者 金山 光一

千葉県袖ヶ浦市長浦字拓二号580番32 三井化学株式会社内

(72) 発明者 岩田 靖司

千葉県袖ヶ浦市長浦字拓二号580番32 三井化学株式会社内

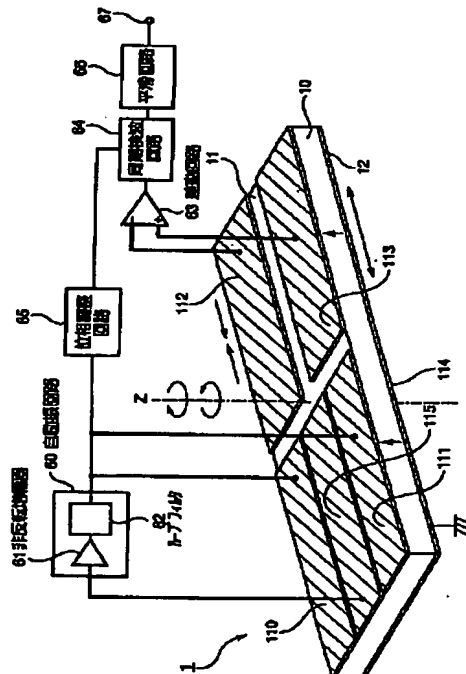
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動ジャイロ素子および振動ジャイロセンサー

(57) 【要約】

【目的】 高感度で安定した振動ジャイロ素子および振動ジャイロセンサーを得ること。

【構成】 圧電体10に自励振用の帰還電極115が形成された振動ジャイロ素子1を備え、圧電体を自励振駆動させるために、前記帰還電極からのフィードバック信号を利用する自励振回路60と、圧電体に形成された少なくとも1つの検出電極と接地電極間の出力差または複数の検出電極間の出力差を検出する差動回路63と、前記自励振回路から前記差動回路の出力と同一位相のスイッチング信号を生成する位相調整回路65と、前記差動回路の出力を前記スイッチング信号に同期して検波するための同期検波回路64と、前記同期検波回路の出力を平滑化する平滑回路66と、を有する振動ジャイロセンサー。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電体と、前記圧電体に固着された励振電極であって前記圧電体に縦振動および屈曲振動のうち一方の振動を励振可能な励振電極と、前記圧電体に固着された検出電極であって前記圧電体の前記縦振動および前記屈曲振動のうち他方の振動を検出可能な検出電極と、を備えている振動ジャイロ素子であって、前記圧電体を自励振動させるために、前記圧電体に固着された少なくとも 1 つの帰還電極を有することを特徴とする振動ジャイロ素子。

【請求項 2】 前記縦振動が縦 1 次振動モードであり、前記屈曲振動が屈曲 2 次振動モードであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動ジャイロ素子。

【請求項 3】 前記振動ジャイロ素子の電極配置が鏡面对称であり、鏡面对称の面が前記帰還電極が形成された面に直角であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動ジャイロ素子。

【請求項 4】 帰還電極と検出電極が同一の電極であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の振動ジャイロ素子。

【請求項 5】 請求項 1 から 4 のいずれかに記載の振動ジャイロ素子を備え、

前記圧電体を自励振動させるために、前記帰還電極からのフィードバック信号を利用する自励振回路と、

前記圧電体に形成された少なくとも 1 つの検出電極と接地電極間の出力差または複数の検出電極間の出力差を検出する検出回路と、

前記自励振回路から前記差動回路の出力と同一位相のスイッチング信号を生成する位相調整回路と、

前記差動回路の出力を前記スイッチング信号に同期して検波するための同期検波回路と、前記同期検波回路の出力を平滑化する平滑回路と、を有することを特徴とする振動ジャイロセンサー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、カーナビゲーションなど移動体の位置検出装置や、ビデオカメラなどの手振れ防止装置などに用いられる、角速度を検出する振動ジャイロセンサーとそれを構成する振動ジャイロ素子に関するものであり、とくには、角速度の検出精度の向上をもたらすものである。

【0002】

【従来の技術】 縦振動と屈曲振動を用いた従来の振動ジャイロ素子としては、例えば図 8 に示すものがある。これは国際公開 WO に開示されたもので、圧電体からなる直方体形状の圧電体 50 にいくつかの電極を設け、このうち電極 151 および電極 154 の間に交流電圧を印加することにより、圧電体 50 に長手方向の振動を励起させる。このとき圧電体 50 に厚み方向を回転軸とした回転角速度が加わると、回転軸 Z と圧電体の長手方向 L と

の両方に直交する方向 W に、コリオリ力が発生する。そのコリオリ力は、 $2m \times [v \times \omega]$ で与えられる。ここで、 m は圧電体の質量、 v は振動速度、 ω は圧電体の回転角速度である。このときコリオリ力によって上記回転軸 Z に直交する面内で屈曲振動が誘起される。この屈曲振動によって生じる圧電効果を、電極 152 と 154 で検出することによって回転角速度が得られる。また逆に電極 152 と電極 153 で屈曲振動を励起し、上記回転軸での回転角速度により生じるコリオリ力で誘起される圧電体の長手方向の振動を電極 151 と電極 154 で検出し、回転角速度を求めることも、同様の原理により可能である。この圧電体に振動を励起する交流電圧の周波数を、圧電体の共振周波数近傍に設定することにより大きな振動が得られ、よって回転角速度の検出感度を高くすることができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述した振動ジャイロ素子は、平板の圧電体に電極を貼り付けただけの簡単な構造で、回転角速度を高感度で検出できる点で優れているが、図 8 に示した構造だけでは振動子を励振させるとき、外部の発振回路によって他励振動させなければならなかった。圧電体の共振周波数は経時変化や温度などの外部環境の変化により微妙に変化する。他励振動によって圧電体を励振させている場合、駆動周波数は固定されてしまうため、共振周波数が変化すると、圧電体の振動効率に変化し、振動速度が変化することによってコリオリ力が変化し、検出信号強度が変化する。従って、他励振動している圧電体の共振周波数が変化してしまうと、結果的に検出精度も低下してしまうという問題がある。

また、外部環境によって圧電体の共振周波数が不規則に変化してしまうと、圧電体は安定に振動しなくなる。これも、検出精度の低下につながる。また、圧電体は製造条件の微妙なばらつきによって、個々の圧電体の共振周波数が変わってくる。他励振動の場合、個々の圧電体の共振周波数で駆動させるために、回路を個々に調整しなければならなかった。このため、製造の手間およびコストがかかり、効率的ではなかった。本発明は以上のような問題を解決するためのものであり、製造が容易で、なおかつ経時変化や外部環境の影響を受けにくく、高感度で安定した振動ジャイロ素子とこれを用いた振動ジャイロセンサーを提供することを目的としたものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】 以上の目的を達成するため、本発明に係る振動ジャイロ素子では、圧電体からなる圧電体と、前記圧電体に固着された励振電極であって前記圧電体に縦振動および屈曲振動のうち一方の振動を励振可能な励振電極と、前記圧電体に固着された検出電極であって前記圧電体の前記縦振動および前記屈曲振動のうち他方の振動を検出可能な検出電極と、を備えている振動ジャイロ素子であって、前記圧電体を自励振動さ

せるために、少なくとも1つの帰還電極を有して構成されている。本発明において、前記縦振動が縦1次振動モードであり、前記屈曲振動が屈曲2次振動モードで構成されていることが好ましい。また本発明においての前記振動ジャイロ素子の電極配置が鏡面对称であり、その鏡面对称の対称面が前記帰還電極が形成された面に直角であることが好ましい。さらに振動ジャイロ素子が単板の圧電体からなる場合は、この鏡面对称の面と帰還電極が形成された面とが交叉する線が、圧電体の長さ方向にあることがより好ましい。このような鏡面对称であることにより、フィードバック信号の波形の乱れがなく、検出感度が向上する。

【0005】また本発明において、帰還電極と検出電極が同一の電極であることが、コンパクトな振動ジャイロ素子が得られるので好ましい。また本発明は、上記の振動ジャイロ素子のいずれかを備え、前記圧電体を自励振駆動させるために、帰還電極からのフィードバック信号を利用する自励振回路と、前記圧電体に形成された少なくとも1つの検出電極と接地電極間の出力差または複数の検出電極間の出力差を検出する検出回路と、前記自励振回路から前記差動回路の出力と同一位相のスイッチング信号を生成する位相調整回路と、前記差動回路の出力を前記スイッチング信号に同期して検波するための同期検波回路と、前記同期検波回路の出力を平滑化する平滑回路とを有する振動ジャイロセンサーである。このような構成とすることで、振動ジャイロ素子を構成する圧電体の共振周波数の変化にかかわらず、検出感度が一定となり、またノイズの影響を減ずることができることとあいまって、測定精度の高いジャイロセンサーを得ることができる。

【0006】

【作用】本発明の振動ジャイロ素子では、経時変化や外部環境の変化によって圧電体の共振周波数が変化しても、帰還電極からの電気信号もその変化に追従して変わる。帰還電極からの電気信号の周波数で自励振回路は駆動するため、結果的に自励振回路の周波数も圧電体の共振周波数の変化に追従しながら駆動する。従って、帰還電極を用いて自励振回路で振動子を駆動させれば、経時変化や温度などの外部環境の変化により圧電体の共振周波数が変化しても、高感度で安定した振動ジャイロ素子を提供することができる。また本発明の振動ジャイロセンサーでは、自励振駆動回路により圧電体に交流電圧がかけられる。それによって圧電体は励振され、交流電圧による電界方向に屈曲運動を行う。この状態で回転角速度が加わるとコリオリ力が励振方向とは直角の方向に発生する。このコリオリ力による圧電体の振動を検出電極により電気信号として取り出し、さらに差動回路によって電気信号から同相の自励振回路を取り除き、互いに逆位相のコリオリ信号のみを分離して取り出す。

【0007】この差動出力後のコリオリ信号は励振信号

とは同一周波数でかつ90度位相差のある交流信号であり、同期検波回路のスイッチング信号を差動後のコリオリ信号に同期させることでコリオリ信号を効率よく検波できる。特に、圧電体を圧電材料で構成する本発明に係る振動ジャイロセンサーでは、経時変化や外部環境の変化（温度変化等）のため、無回転時において差動出力に誤差が出力が生じたとしても、この誤差信号は励振信号と同位相の信号であり、差動後のコリオリ信号はその誤差に対して90度の位相差をもって出力される。従って、この誤差出力は検波回路において正の部分と負の部分が対称になるように検波される。検波されたコリオリ信号は平滑回路により直流の差動信号に変換される。このとき、誤差出力は平滑回路において相殺され直流的にはゼロとなる。

【0008】振動体に金属材料を使用し、その表面に圧電素子を貼付するタイプの従来の振動ジャイロセンサーでは検出用圧電素子に左右の別々の圧電素子を使用しているため、これらが経時変化等で劣化した場合には応答性（周波数特性）も悪くなり、無回転時に発生する誤差信号の位相をコリオリ信号に対して90度に維持できなくなる。従って、検波後の信号を平滑回路で平滑化しただけでは誤差を完全に打ち消すことはできなくなるし、逆に無回転時の誤差を打ち消し合わせるためには新たな位相補正回路が必要となったりする。

【0009】本発明のような構成にすることにより、安価にかつ小型に大量生産された振動子を用いて正確な角速度の検出が可能な振動ジャイロ素子および振動ジャイロセンサーを作製することができる。また、デジタル処理を介さずにアナログ処理のみでコリオリ信号を直流のコリオリ信号に変換でき、しかも外部環境の変化や経時変化による誤差も簡単な回路で容易に少なくすることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

（第1の実施の形態）図1は、本発明の第1の実施の形態の振動ジャイロ素子を説明するための斜視図である。本実施の形態の振動ジャイロ素子1は直方体形状の圧電体10を備えている。圧電体10の下面12の全面に接地電極114が設けられている。圧電体10の上面11の左側のほぼ半分の領域には第1励振電極110と第2励振電極111及び帰還電極115が設けられている。この2つの励振電極110、111及び帰還電極115は、圧電体10の左側のほぼ半分の第1の領域を幅方向Wにほぼ3分割して設けられている。帰還電極115は、2つの励振電極110、111の間に配置する。

【0011】圧電体10の上面11の右側のほぼ半分の第2の領域には第1検出電極112と第2検出電極113が設けられている。2つの検出電極112、113は、圧電体10の右側のほぼ半分の領域を幅方向Wにほ

ば 2 分割して設けられている。これらの励振電極、検出電極、帰還電極は回転軸 Z を含み長手方向 L に平行で幅方向 W に垂直な面に対して鏡面对称に設けられている。

【0012】圧電体 10 は、圧電セラミックスからなる平板である。圧電体 10 の分極方向は、第 1 の領域および第 2 の領域とも厚み方向 T の上側方向とした。試作した振動ジャイロ素子 1 の大きさは、長さ l が 10 mm、幅 w が 2.5 mm、厚み t が 0.3 mm であった。各電極は Ag-Pd を焼き付けて形成した。回転軸 Z は振動ジャイロ素子 1 を平面図的に見て長手方向 L の中央であって幅方向 W の中央で厚さ方向 T の方向の軸とした。振動ジャイロ素子 1 の支持はこの中央部をシリコンゴム接着剤で固定することにより行った。ところで、このように縦の 1 次振動によって圧電体を励振させ、屈曲 2 次振動モードを検出するようにすれば、縦の 1 次振動モードと屈曲 2 次振動モードの結合は大きいから高い出力を取り出すことができる。また、縦の 1 次振動モードと屈曲 2 次振動モードの結合を大きくするためには、圧電体 10 の幅 w と長さ l との関係 (w/l) を約 0.28 とすることが特に好ましい。このことは、他の実施の形態で使用する圧電体 10 においても同じである。

【0013】(第 2 の実施の形態) 図 2 は、第 1 の実施の形態の振動ジャイロ素子 1 を使用した振動ジャイロセンサーの処理回路を説明するための図である。帰還電極 115 に自励振回路 60 の入力端が接続され、第 1 励振電極 110 と第 2 励振電極 111 のそれぞれに自励振回路 60 の出力端が接続されている。この自励振回路 30 は圧電体 10 を励振し、機械的振動を与えるための交流駆動電圧を与える回路であり、ゲインをかけるための非反転増幅器 61 と不要なスプリング発振を防止するためのループフィルタ 62 を有して構成される。

【0014】この自励振回路 60 は電源の投入により発振条件を満足して、圧電体 10 の機械的共振周波数付近の交流信号を自ら発生させるが、帰還電極 115 からの出力を自励振回路 60 に帰還することにより簡単な発振回路の構成で、圧電体 10 を共振周波数付近で駆動することができる。第 1 検出電極 112 と第 2 検出電極 113 は、それぞれ差動回路 63 の入力端に接続される。なおここでは検出回路として差動回路 63 を用いた。差動回路 63 は 2 つの検出電極 112、113 からの出力の差を検出するものであり、いずれか一方の出力が差動回路 63 の反転入力に入力され、他方の出力が差動回路 63 の非反転回路に入力される。差動回路 63 の出力は同期検波回路 64 に入力されて検波される。検波はコリオリ信号に同期して行われるが、この同期信号として位相調整回路 65 からのスイッチング信号が検波回路 64 に入力されている。位相調整回路 65 は自励振回路 60 の励振信号の位相を 90 度ずらし、コリオリ信号の位相に合わせて同期検波回路 64 のスイッチング信号を生成するための回路である。そして、この同期検波回路 64

の出力を平滑回路 66 に入力することにより、差動回路 63 の交流出力を直流出力に変換し、圧電体 10 の回転角速度に比例したアナログ出力を得る。

【0015】次にこの振動ジャイロセンサーの動作を説明する。この振動ジャイロセンサーを動作させるためには、まず、自励振回路 60 から第 1 励振電極 110、第 2 励振電極 111 と接地電極である電極 121 間に交流駆動信号を与え、圧電体 10 を励振させる。本実施の形態においては、図 1 の長手方向 L において縦の 1 次振動を励振させる。帰還電極 115 からは圧電体の機械的共振周波数と同じ周波数であり、かつ第 1 励振電極 110 及び第 2 励振電極 111 と同相の電圧が自励振回路 60 に帰還されることになる。振動ジャイロ素子に回転角速度が加わっていない時には、図 3 (a) に示すように、圧電体 10 は縦振動するだけで、屈曲振動は起こらない。この時は図 7 (a) の (1) と (2) に示すように、第 1 検出電極 112 および第 2 検出電極 113 に現れる電荷、すなわち第 1 検出出力と第 2 検出出力は同相のため同一電位となり、その結果、差動回路 63 からの出力はゼロになる (図 7 (a) の (3))。

【0016】振動ジャイロ素子が回転軸 Z の周りに回転角速度が加わっている時には、図 3 (b) に示すように、縦振動に垂直な方向 (本実施の形態で幅方向 W) であって回転軸 Z に垂直な方向にコリオリの力が働き、屈曲振動、特に屈曲 2 次振動が生ずる。たとえば、ある瞬間には、第 1 検出電極 112 が設けられた部分は縮み、第 2 検出電極 113 が設けられた部分は伸びる。圧電体 10 には励振電圧による振動とコリオリ力による振動が同時に生じるため、第 1 検出電極 112 と第 2 検出電極 113 にはそれぞれのコリオリ電圧と励振電圧とが重畳された形の交流電圧として検出される。この信号の様子を図 7 (b) の (1) と (2) に示す。この検出電圧はそれぞれ差動回路 63 の反転入力、非反転入力に加えられて電圧差がとられているので、差動後の出力には同相である励振電圧が互いに打ち消されて、図逆位相のコリオリ電圧だけが 2 倍されて出力される (図 7 (b) の (3))。これを同期検波回路 64 において、位相調整回路 65 からのコリオリ力信号に同期させて検波し、さらに平滑回路 66 で平滑化させて回転角速度に比例した直流信号が得られる (図 7 (b) の (4) と (5))。

【0017】ところが、圧電体の静電容量等は外部環境 (特に温度) の変化や経時変化によって変化するため、図 7 (c) の (3) に示すように圧電体 10 の無回転時においても差動回路 63 の誤差電圧が出力される場合がある。このような場合にはこの誤差電圧がコリオリ電圧に加算されて正確な角速度検出の妨げになる。この誤差電圧は一般に励振信号 (図 7 (c) の (1) (2)) と同相の信号であり、差動回路 63 の出力である差動後コリオリ信号はこの誤差信号に対して 90 度の位相差を持って出力されるので、差動回路 63 の出力を同期検波回

路64で検波する際に、差動後コリオリ信号に同期したスイッチング信号によって行えば、誤差信号は正の部分と負の部分が互いに対称になるように検波されることになる(図7(c)の(4))。なお、スイッチング信号は自励振回路60の励振信号を位相調整回路65によって90度位相をずらすことによって得ることができる。同期検波回路64の出力を平滑回路66に入力することにより、誤差電圧信号は平滑回路66にて相殺され、直流的にゼロとなって打ち消される(図7(c)の

(5))。従って、差動出力後のコリオリ信号をコリオリ信号に同期したスイッチング信号によって検波し、平滑回路66により直流電圧に変換すれば、無回転時に生じる誤差信号を含まない角速度に正確に比例して変化する直流出力を出力端67から得ることができる。このような回路構成とすれば、デジタル処理を介さずアナログ処理のみで交流のコリオリ信号を直流のコリオリ信号に変換でき、しかも外部環境の変化や経時変化による誤差の影響もなくすることが容易となる。

【0018】また、本実施の形態では帰還電極115を形成し帰還ループを形成して、簡単な回路構成で圧電体10を共振周波数付近で駆動できるようにするとともに、ループフィルタ62により不要なスプリアス発振を防止して、圧電体10を単一周波数の励振モードで駆動できるようにした。自励振回路により、経時変化や外部環境の変化によって圧電体の共振周波数が変化しても、帰還電極からの電気信号もその変化に追従して変わる。帰還電極からの電気信号の周波数で自励振回路は駆動するため、結果的に自励振回路の周波数も圧電体の共振周波数の変化に追従しながら駆動する。従って、高感度で安定した振動ジャイロセンサーが得られる。

【0019】(第3の実施形態)図4は第3の実施形態の振動ジャイロ素子およびこれを用いた振動ジャイロセンサーを示す図である。この振動ジャイロ素子2は、積層構造の圧電体を用いたもので、圧電体21と圧電体22を内部電極127を挟んで積層し、圧電体の最下面23の全面に励振電極126が形成されている。内部電極127は2枚の圧電基板の互いに対向する面の全面に形成されていて、接地電極となる。圧電体22の上面24には幅方向Wを3等分、長手方向Lを2等分して区画される領域のうち4隅の領域に第1検出電極121、第2検出電極122、第3検出電極123、第4検出電極124が形成されており、幅方向Wの中央部の2つの領域にまたがって帰還電極125が形成されている。4つの検出電極のうち、クロスする電極同士が等電位になるように電気的に接続されている。ここでは第1検出電極と第3検出電極どうしが振動を阻害しない柔らかいリード線128で、また第2検出電極と第4検出電極どうしが同種のリード線129で接続されている。回転軸Zは振動ジャイロ素子の上面24の中心で厚さ方向Tの方向の軸とし、振動ジャイロ素子1の支持はこの中心部をシリ

コンゴム接着剤で固定することにより行った。帰還電極125を自励振回路60の入力側に接続し、励振電極126は自励振回路の出力側に接続されている。また第1検出電極121と第3検出電極123の組み合わせと第2検出電極122と第4検出電極124の組み合わせは、それぞれ差動回路63の反転入力と非反転入力に接続されている。その他の回路構成と動作は第2の実施形態で述べたのと同様である。

【0020】(第4の実施形態)図5は第4の実施形態の振動ジャイロ素子およびこれを用いた振動ジャイロセンサーを示す図である。圧電基板30の上面31には長手方向Lの左半分の第1の領域に、励振電極133が形成されている。長手方向右半分の第2の領域は幅方向Wにさらに2等分され、それぞれに第1検出電極131と第2検出電極132が形成されている。圧電基板30の下面32には、全面に接地電極134が形成されている。そして第1検出電極と第2検出電極はいずれも帰還電極を兼ねている。第1検出電極131は自励振回路と差動回路の反転入力に接続され、第2検出電極132は自励振回路と差動回路の非反転入力に接続されている。励振電極133は自励振電極の出力側に接続されている。その他の回路構成と動作は第2の実施形態で述べたのと同様である。

【0021】(第5の実施形態)図6は第5の実施形態の振動ジャイロ素子およびこれを用いた振動ジャイロセンサーを示す図である。この振動ジャイロ素子4は、積層構造の圧電体を用いたもので、圧電体40と圧電体41を内部電極145を挟んで積層し、圧電体の最下面43の全面に励振電極146が形成されている。内部電極145は2枚の圧電基板の互いに対向する面の全面に形成されていて、接地電極となる。圧電体41の上面42には幅方向Wを2等分、長手方向Lを2等分して区画される各領域に第1検出電極141、第2検出電極142、第3検出電極143、第4検出電極144が形成されている。4つの検出電極のうち、クロスする電極同士が等電位になるように電気的に接続されている。ここでは第1検出電極141と第3検出電極143どうしが振動を阻害しない柔らかいリード線146で、また第2検出電極142と第4検出電極144どうしが同種のリード線147で接続されている。回転軸Zは振動ジャイロ素子の上面42の中心で厚さ方向Tの方向の軸とし、振動ジャイロ素子4の支持はこの中心部をシリコンゴム接着剤で固定することにより行った。これら検出電極は帰還電極を兼ねている。第1検出電極141と第4検出電極144がそれぞれ自励振回路60の反転入力と非反転入力に接続され、第2検出電極142と第3電極143がそれぞれ差動回路63の反転入力と非反転入力に接続されている。その他の回路構成と動作は第2の実施形態で述べたのと同様である。

【0022】

9

【発明の効果】本発明によれば、自励振回路を用いているため、高感度で安定した振動ジャイロ素子および振動ジャイロセンサーを得ることが可能となる。さらに圧電体の静電容量の経時変化や外部環境の変化による誤差をなくすることが容易であり、しかもデジタル処理を施すことなくアナログ処理のみで交流のコリオリ信号を直流のコリオリ信号に変換できるため、振動ジャイロセンサーの処理回路を極めて簡単な構成とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態の振動ジャイロ素子の斜視図である。

【図2】第2の実施の形態の振動ジャイロセンサーの図である。

【図3】本発明の実施例において圧電体の振動を説明する図である。

【図4】第3の実施の形態の振動ジャイロ素子およびこれを用いた振動ジャイロセンサーの図である。

【図5】第4の実施の形態の振動ジャイロ素子およびこれを用いた振動ジャイロセンサーの図である。

【図6】第5の実施の形態の振動ジャイロ素子およびこれを用いた振動ジャイロセンサーの図である。

【図7】振動ジャイロセンサーの各種信号の図である。

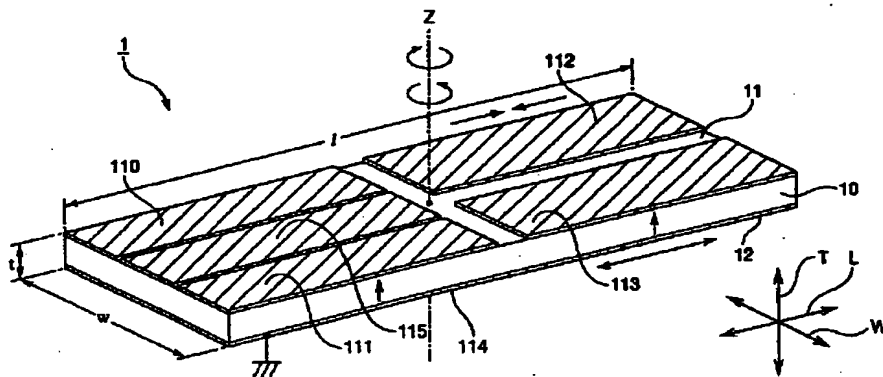
【図8】従来の振動ジャイロ素子の図である。

【符号の説明】

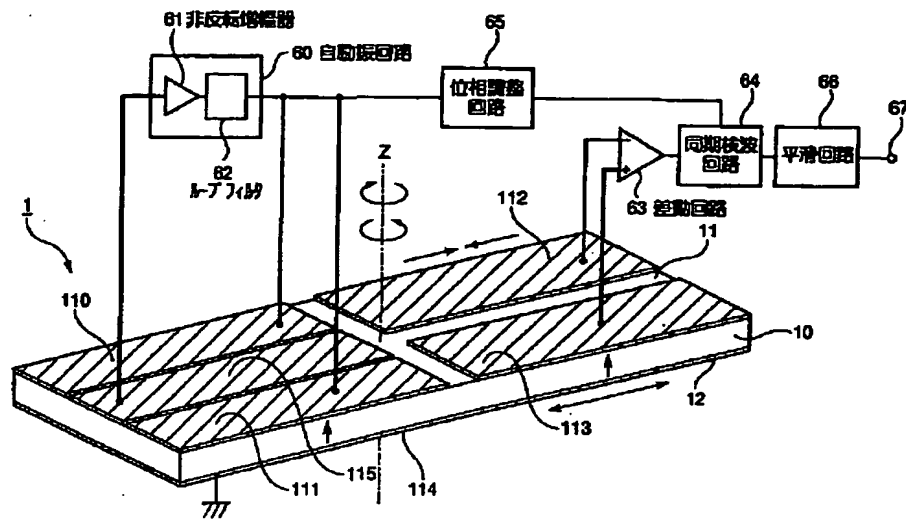
10

- | | |
|---|-------------|
| 1、2、3、4、5 | ・・・振動ジャイロ素子 |
| 10、30、40、41 | ・・・圧電体 |
| 11、31、24、41、51 | ・・・圧電体の上面 |
| 12、32、23、42、52 | ・・・圧電体の下面 |
| 60 | ・・・自励振回路 |
| 61 | ・・・非反転増幅器 |
| 62 | ・・・ループフィルタ |
| 63 | ・・・差動回路 |
| 64 | ・・・同期検波回路 |
| 65 | ・・・位相調整回路 |
| 66 | ・・・平滑回路 |
| 67 | ・・・出力端 |
| 110、111、126、133、146 | ・・・励振電極 |
| 112、113、121、122、123、124、131、132、141、142、143、144 | ・・・検出電極 |
| 115、125 | ・・・帰還電極 |
| 127、145 | ・・・内部電極 |
| 128、129、146、147 | ・・・リード線 |
| 114、121、134 | ・・・接地電極 |

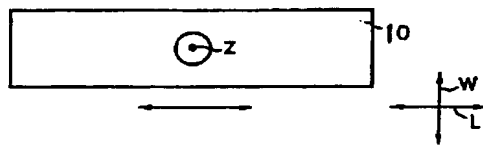
【図1】



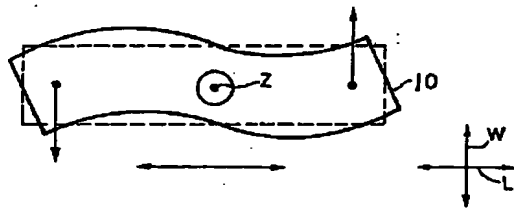
【図2】



【図3】

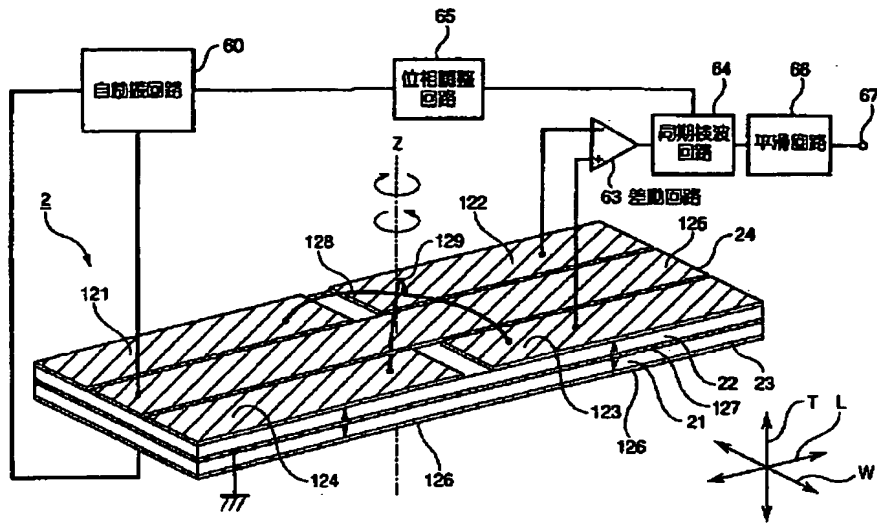


(a)

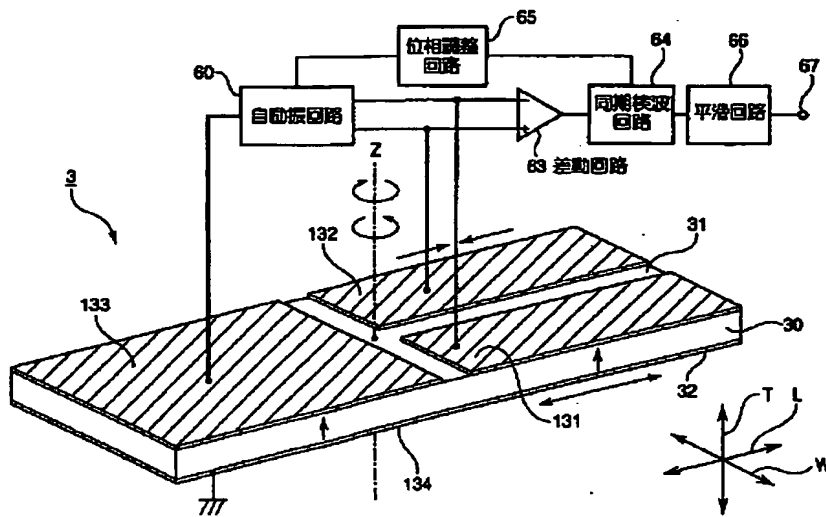


(b)

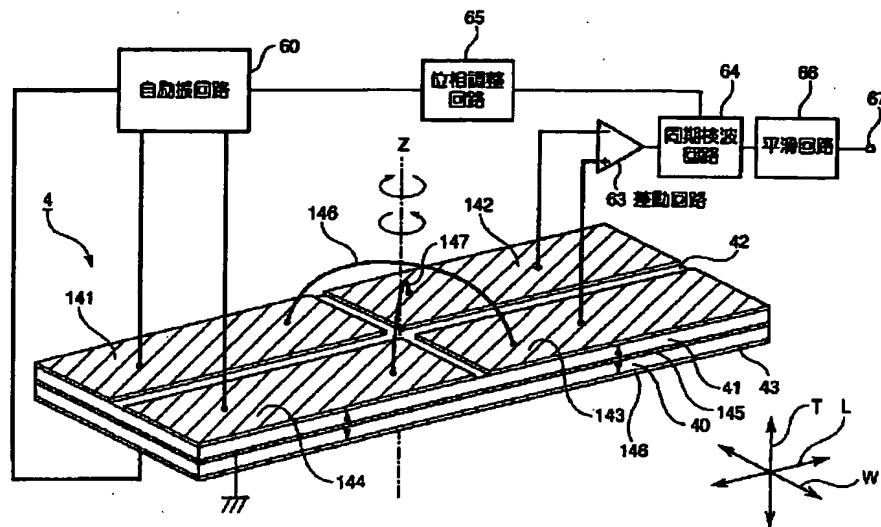
【図4】



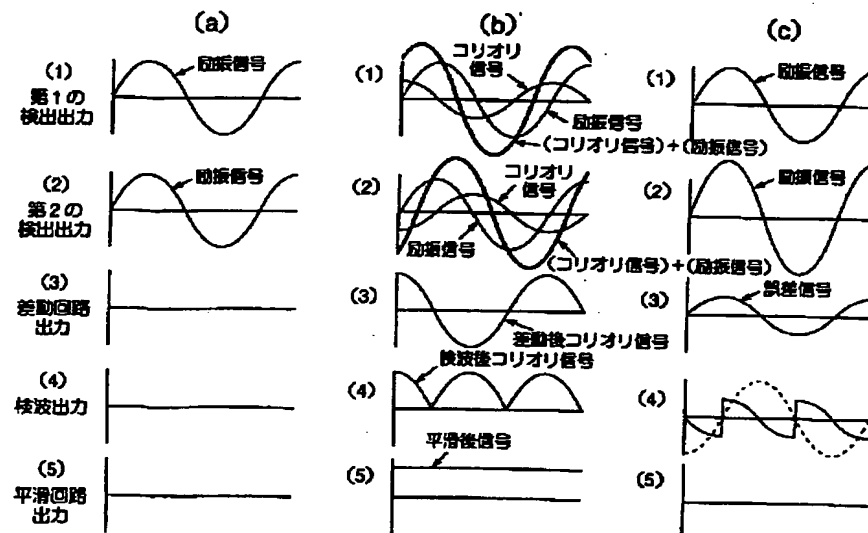
【図5】



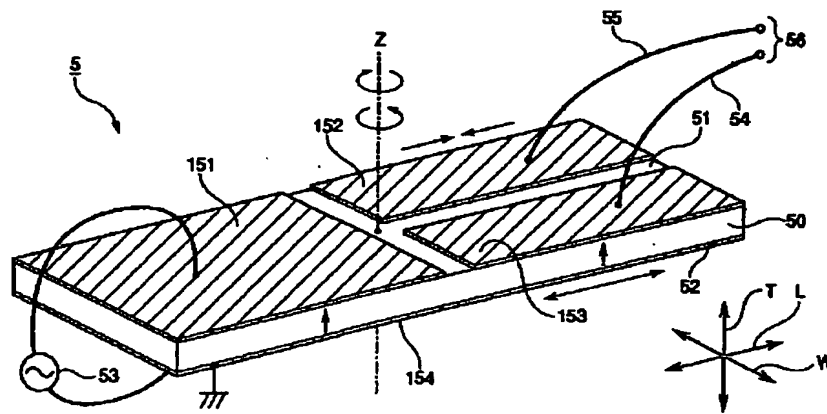
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F105 AA02 AA08 BB02 BB04 BB07
BB15 CC04 CD02 CD06 CD11
CD20

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the excitation electrode which fixed to the piezo electric crystal and said piezo electric crystal. Among longitudinal oscillation and crookedness vibration to said piezo electric crystal The excitation electrode which can excite one vibration, In order to be the detection electrode which fixed to said piezo electric crystal, to be the oscillating gyroscope component equipped with the detection electrode which can detect vibration of another side among said longitudinal oscillation of said piezo electric crystal, and said crookedness vibration and to carry out self-excited vibration of said piezo electric crystal The oscillating gyroscope component characterized by having at least one feedback electrode which fixed to said piezo electric crystal.

[Claim 2] The oscillating gyroscope component according to claim 1 or 2 characterized by for said longitudinal oscillation being the primary length oscillation mode, and said crookedness vibration being the secondary crookedness oscillation mode.

[Claim 3] The oscillating gyroscope component according to claim 1 or 2 which the electrode disposition of said oscillating gyroscope component is mirror symmetry, and is characterized by the field of mirror symmetry being right-angled to the field in which said feedback electrode was formed.

[Claim 4] An oscillating gyroscope component given in either of claims 1-3 characterized by a feedback electrode and a detection electrode being the same electrodes.

[Claim 5] In order to equip either of claims 1-4 with the oscillating gyroscope component of a publication and to carry out the self-excitation drive of said piezo electric crystal The detector which detects the self-excitation circuit using the feedback signal from said feedback electrode, at least one detection electrode formed in said piezo electric crystal, a touch-down inter-electrode output difference, or a two or more detection inter-electrode output difference, The phase adjustment circuit which generates the switching signal of the same phase as the output of said differential circuit from said self-excitation circuit, The oscillating gyroscope sensor characterized by having a synchronous-detection circuit for detecting the output of said differential circuit synchronizing with said switching signal, and the smoothing circuit which graduates the output of said synchronous-detection circuit.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention brings about improvement in the detection precision of angular velocity especially about the oscillating gyroscope component which constitutes the oscillating gyroscope sensor which is used for the location detection equipment of mobiles, such as car navigation, hand deflection arresters, such as a video camera, etc., and which detects angular velocity, and it.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a conventional oscillating gyroscope component using longitudinal oscillation and crookedness vibration, there are some which are shown, for example in drawing 8. This makes a piezo electric crystal 50 excite vibration of a longitudinal direction by having been indicated by the international public presentation WO, and preparing some electrodes in the piezo electric crystal 50 of the rectangular parallelepiped configuration which consists of a piezo electric crystal, among these impressing alternating voltage between an electrode 151 and an electrode 154. If the angular rate of rotation which set the revolving shaft as the thickness direction joins a piezo electric crystal 50 at this time, Coriolis force will occur in the direction W which intersects perpendicularly with both longitudinal directions L of a revolving shaft Z and a piezo electric crystal. The Coriolis force is given by $2m\dot{x}\dot{\omega}$ [v \times omega]. Here, m is [the velocity of vibration and omega of the mass of a piezo electric crystal and v] the angular rates of rotation of a piezo electric crystal. Induction of the crookedness vibration is carried out in the field which intersects perpendicularly with the above-mentioned revolving shaft Z by Coriolis force at this time. The angular rate of rotation is obtained by detecting the piezo-electric effect produced by this crookedness vibration with electrodes 152 and 154. Moreover, it is also possible by the same principle to excite crookedness vibration with an electrode 152 and an electrode 153 conversely, and for an electrode 151 and an electrode 154 to detect vibration of the longitudinal direction of a piezo electric crystal by which induction is carried out by the Coriolis force produced by the angular rate of rotation in the above-mentioned revolving shaft, and to ask for the angular rate of rotation. By setting the frequency of the alternating voltage which excites vibration near the resonance frequency of a piezo electric crystal as this piezo electric crystal, a big vibration is obtained and, therefore, detection sensitivity of the angular rate of rotation can be made high.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the oscillating gyroscope component mentioned above is excellent in the point that it is the easy structure where the electrode was stuck on the monotonous piezo electric crystal, and the angular rate of rotation can be detected by high sensitivity, when exciting vibrator, separate excitation vibration of it had to be carried out by the external oscillator circuit only with the structure shown in drawing 8. The resonance frequency of a piezo electric crystal changes with change of external environments, such as aging and temperature, delicately. When the piezo electric crystal is being excited by separate excitation vibration, since drive frequency will be fixed, if resonance frequency changes, when the oscillating effectiveness of a piezo electric crystal changes and the velocity of vibration changes, Coriolis force will change and detection signal strength will change. Therefore, when the resonance frequency of the piezo electric crystal which is carrying out separate excitation vibration changes, there is a problem that detection

precision will also fall as a result. When the resonance frequency of a piezo electric crystal changes with external environments irregularly, a piezo electric crystal stops moreover, vibrating to stability. This also leads to the fall of detection precision. Moreover, a piezo electric crystal changes the resonance frequency of each piezo electric crystal by delicate dispersion of manufacture conditions. In order to make it drive with the resonance frequency of each piezo electric crystal in separate excitation vibration, the circuit had to be adjusted separately. For this reason, the time and effort and cost of manufacture started, and it was not efficient. a thing for this invention to solve the above problems -- it is -- manufacture -- easy -- in addition -- and it is hard to be influenced of aging or an external environment, and aims at offering the oscillating gyroscope sensor using the oscillating gyroscope component and this which were stabilized in high sensitivity.

[0004]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above purpose, with the oscillating gyroscope component concerning this invention It is the excitation electrode which fixed to the piezo electric crystal which consists of a piezo electric crystal, and said piezo electric crystal. Among longitudinal oscillation and crookedness vibration to said piezo electric crystal The excitation electrode which can excite one vibration, It is the detection electrode which fixed to said piezo electric crystal, and is the oscillating gyroscope component equipped with the detection electrode which can detect vibration of another side among said longitudinal oscillation of said piezo electric crystal, and said crookedness vibration, and in order to carry out self-excited vibration of said piezo electric crystal, it has at least one feedback electrode, and is constituted. In this invention, said longitudinal oscillation is the primary length oscillation mode, and it is desirable that said crookedness vibration consists of the secondary crookedness oscillation modes. Moreover, the electrode disposition of said oscillating gyroscope component in this invention is mirror symmetry, and it is desirable that the plane of symmetry of the mirror symmetry is right-angled to the field in which said feedback electrode was formed. When an oscillating gyroscope component furthermore consists of a piezo electric crystal of the veneer, it is more desirable that there is a line by which the field of this mirror symmetry and the field in which the feedback electrode was formed cross in the die-length direction of a piezo electric crystal. Such by being mirror symmetry, there is no wave-like turbulence of a feedback signal, and detection sensitivity improves.

[0005] Moreover, in this invention, since an oscillating gyroscope component with compact a feedback electrode and a detection electrode being the same electrodes is obtained, it is desirable. Moreover, in order to equip this invention with either of the above-mentioned oscillating gyroscope components and to carry out the self-excitation drive of said piezo electric crystal The detector which detects the self-excitation circuit using the feedback signal from a feedback electrode, at least one detection electrode formed in said piezo electric crystal, a touch-down inter-electrode output difference, or a two or more detection inter-electrode output difference, The phase adjustment circuit which generates the switching signal of the same phase as the output of said differential circuit from said self-excitation circuit, It is an oscillating gyroscope sensor with the synchronous-detection circuit for detecting the output of said differential circuit synchronizing with said switching signal, and the smoothing circuit which graduates the output of said synchronous-detection circuit. Detection sensitivity's becoming fixed irrespective of change of the resonance frequency of the piezo electric crystal which constitutes an oscillating gyroscope component, and the effect of a noise being reduced by considering as such a configuration, and an interval can obtain a gyroscope sensor with the high accuracy of measurement.

[0006]

[Function] With the oscillating gyroscope component of this invention, even if the resonance frequency of a piezo electric crystal changes with aging or change of an external environment, the electrical signal from a feedback electrode also follows and changes to the change. Since a self-excitation circuit is driven on the frequency of the electrical signal from a feedback electrode, it drives, while the frequency of a self-excitation circuit also follows change of the resonance frequency of a piezo electric crystal as a result. Therefore, if vibrator is made to drive in a self-excitation circuit using a feedback electrode, even if the resonance frequency of a piezo electric crystal changes with change of external environments, such as aging and temperature, the oscillating gyroscope component stabilized in high sensitivity can be offered. Moreover, by the oscillating

gyroscope sensor of this invention, alternating voltage is applied to a piezo electric crystal by the self-excited-vibration drive circuit. A piezo electric crystal is excited by it and performs a curvature movement in the direction of electric field by alternating voltage by it. If the angular rate of rotation is added in this condition, Coriolis force will occur in the direction of a right angle with the excitation direction. Vibration of the piezo electric crystal by this Coriolis force is taken out as an electrical signal with a detection electrode, further, by the differential circuit, the self-excitation circuit of an inphase is removed from an electrical signal, and only the coriolis signal of an opposite phase is separated and taken out mutually.

[0007] The coriolis signal after this differential output is an AC signal which whose excitation signal is the same frequency and has phase reference about 90 degrees, and a coriolis signal can be efficiently detected by synchronizing the switching signal of a synchronous-detection circuit with the coriolis signal after differential. By the oscillating gyroscope sensor concerning this invention which constitutes a piezo electric crystal from piezoelectric material especially, even if an output arises [an error] in a differential output at the time of nonrotation for aging or change (temperature change etc.) of an external environment, this error signal is an excitation signal and a signal in phase, and the coriolis signal after differential is outputted with the phase contrast of 90 degrees to that error. Therefore, this error output is detected so that a forward part and a negative part may become the symmetry in a detector circuit. The detected coriolis signal is changed into the differential signal of a direct current by the smoothing circuit. At this time, an error output is offset in a smoothing circuit and serves as zero in direct current.

[0008] Since a metallic material is used for an oscillating object and the separate piezoelectric device on either side is used for the piezoelectric device for detection by the conventional oscillating gyroscope sensor of the type which sticks a piezoelectric device on the front face, when these deteriorate in aging etc., responsibility (frequency characteristics) also worsens, and it becomes impossible to maintain the phase of the error signal generated at the time of nonrotation at 90 degrees to a coriolis signal. Therefore, it becomes impossible to negate an error completely only by graduating the signal after detection in a smoothing circuit, and in order to negate the error at the time of nonrotation conversely, new phase compensator is needed.

[0009] By making it a configuration like this invention, the detectable oscillating gyroscope component and oscillating gyroscope sensor of an exact angular velocity are producible using the trembler mass-produced cheaply and small. Moreover, a coriolis signal can be changed into the coriolis signal of a direct current only by analog processing, without minding digital processing, and the error by change and aging of an external environment can also be lessened easily in an easy circuit.

[0010]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing.

(Gestalt of the 1st operation) Drawing 1 is a perspective view for explaining the oscillating gyroscope component of the gestalt of operation of the 1st of this invention. The oscillating gyroscope component 1 of the gestalt of this operation is equipped with the piezo electric crystal 10 of a rectangular parallelepiped configuration. The earth electrode 114 is formed all over the inferior surface of tongue 12 of a piezo electric crystal 10. the left-hand side of the top face 11 of a piezo electric crystal 10 -- the 1st excitation electrode 110, the 2nd excitation electrode 111, and the feedback electrode 115 are mostly formed in the half field. these two excitation electrodes 110 and 111 and the feedback electrode 115 -- the left-hand side of a piezo electric crystal 10 -- almost -- the 1st half field -- the cross direction W -- about -- it divides three and is prepared. The feedback electrode 115 is arranged between two excitation electrodes 110 and 111.

[0011] the right-hand side of the top face 11 of a piezo electric crystal 10 -- the 1st detection electrode 112 and the 2nd detection electrode 113 are mostly formed in the 2nd half field. two detection electrodes 112 and 113 -- the right-hand side of a piezo electric crystal 10 -- almost -- a half field -- the cross direction W -- about -- it divides two and is prepared. Including the revolving shaft Z, these excitation electrodes, a detection electrode, and a feedback electrode are parallel to a longitudinal direction L, and are prepared in mirror symmetry to the field perpendicular to the cross direction W.

[0012] The piezo electric crystal 10 consists of electrostrictive ceramics and is monotonous. The direction of polarization of a piezo electric crystal 10 was made into the top direction of the thickness direction T also with the 1st field and the 2nd field. For die-length l, 10mm and width of face w were [2.5mm and thickness t of the magnitude of the oscillating gyroscope component 1 made as an experiment] 0.3mm. Each electrode could be burned and formed Ag-Pd. The revolving shaft Z looked at the oscillating gyroscope component 1 in top view, is the center of a longitudinal direction L and set the shaft of the direction of the thickness direction T as it in the center of the cross direction W. Support of the oscillating gyroscope component 1 was performed by fixing this center section with silicone rubber adhesives. By the way, if a piezo electric crystal is excited and the secondary crookedness oscillation mode is detected by vertical primary vibration in this way, since association of the vertical primary oscillation mode and the secondary crookedness oscillation mode is large, it can take out a high output. Moreover, in order to enlarge association of the vertical primary oscillation mode and the secondary crookedness oscillation mode, especially the thing (w/l) is set [a thing] to about 0.28 for the relation between the width of face w of a piezo electric crystal 10 and die-length l is desirable. This is the same also in the piezo electric crystal 10 used with the gestalt of other operations.

[0013] (Gestalt of the 2nd operation) Drawing 2 is drawing for explaining the processing circuit of the oscillating gyroscope sensor which used the oscillating gyroscope component 1 of the gestalt of the 1st operation. The input edge of the self-excitation circuit 60 is connected to the feedback electrode 115, and the outgoing end of the self-excitation circuit 60 is connected to each of the 1st excitation electrode 110 and the 2nd excitation electrode 111. This self-excitation circuit 30 excites a piezo electric crystal 10, it is the circuit which gives the alternating current driver voltage for giving mechanical oscillation, and has the loop filter 62 for preventing the noninverting amplifier 61 for applying gain, and an unnecessary spurious oscillation, and is constituted.

[0014] Although this self-excitation circuit 60 satisfies an oscillating condition by the injection of a power source and generates the AC signal near the mechanical resonance frequency of a piezo electric crystal 10 itself, by returning the output from the feedback electrode 115 to the self-excitation circuit 60, it is the configuration of an easy oscillator circuit and can drive a piezo electric crystal 10 near resonance frequency. The electrode 112 for the 1st detection and the 2nd detection electrode 113 are connected to the input edge of a differential circuit 63, respectively. In addition, the differential circuit 63 was used as a detector here. A differential circuit 63 detects the difference of the output from two detection electrodes 112 and 113, one of outputs is inputted into the reversal input of a differential circuit 63, and the output of another side is inputted into the noninverting circuit of a differential circuit 63. The output of a differential circuit 63 is inputted and detected by the synchronous-detection circuit 64. Although detection is performed synchronizing with a coriolis signal, the switching signal from the phase adjustment circuit 65 is inputted into the detector circuit 64 as this synchronizing signal. The phase adjustment circuit 65 is a circuit for shifting the phase of the excitation signal of the self-excitation circuit 60 90 degrees, and generating the switching signal of the synchronous-detection circuit 64 according to the phase of a coriolis signal. And by inputting the output of this synchronous-detection circuit 64 into a smoothing circuit 66, the ac output of a differential circuit 63 is changed into a dc output, and the analog output proportional to the angular rate of rotation of a piezo electric crystal 10 is obtained.

[0015] Next, actuation of this oscillating gyroscope sensor is explained. In order to operate this oscillating gyroscope sensor, an alternating current driving signal is first given from the self-excitation circuit 60 between the electrodes 121 which are the 1st excitation electrode 110, the 2nd excitation electrode 111, and an earth electrode, and a piezo electric crystal 10 is excited. In the gestalt of this operation, a vertical primary vibration is excited in the longitudinal direction L of drawing 1. It is the same frequency as the mechanical resonance frequency of a piezo electric crystal, and the electrical potential difference of the 1st excitation electrode 110 and the 2nd excitation electrode 111, and an inphase will return from the feedback electrode 115 to the self-excitation circuit 60. When the angular rate of rotation has not joined an oscillating gyroscope component, as shown in drawing 3 (a), longitudinal oscillation of the piezo electric crystal 10 is only carried out, and crookedness vibration does not take place. As it is indicated in (2) as (1) of drawing 7 (a) at this time, the charge which appears in the 1st detection electrode 112 and the 2nd detection

electrode 113, i.e., the 1st detection output, and the 2nd detection output serve as the same potential for an inphase, consequently the output from a differential circuit 63 becomes zero ((3) of drawing 7 (a)).

[0016] When the angular rate of rotation has joined the surroundings of a revolving shaft Z, as an oscillating gyroscope component shows drawing 3 (b), it is a direction (it is the cross direction W at the gestalt of this operation) perpendicular to longitudinal oscillation, Coriolis force works in the direction perpendicular to a revolving shaft Z, and crookedness vibration, especially secondary crookedness vibration arise. For example, the part in which the 1st detection electrode 112 was formed is shrunk by a certain moment, and the part in which the 2nd detection electrode 113 was formed is extended at it. Since vibration by excitation voltage and vibration by Coriolis force arise in a piezo electric crystal 10 at coincidence, it is detected by the 1st detection electrode 112 and the 2nd detection electrode 113 as alternating voltage of the form where it was superimposed on each coriolis electrical potential difference and excitation voltage. The situation of this signal is indicated to be (1) of drawing 7 (b) to (2). Since this detection electrical potential difference is applied to the reversal input of a differential circuit 63, and a noninverting input, respectively and the electrical-potential-difference difference is taken, excitation voltage in phase is mutually negated by the output after differential, and only the coriolis electrical potential difference of a drawing opposite phase doubles two, and is outputted ((3) of drawing 7 (b)). This is synchronized with a Coriolis force signal from the phase adjustment circuit 65 in the synchronous-detection circuit 64, and is detected, and the direct current signal which was made to graduate further in a smoothing circuit 66, and is proportional to the angular rate of rotation is acquired ((4) and (5) of drawing 7 (b)).

[0017] However, since the electrostatic capacity of a piezo electric crystal etc. changes with change and aging of an external environment (especially temperature), as shown in (3) of drawing 7 (c), the error voltage of a differential circuit 63 may be outputted at the time of the nonrotation of a piezo electric crystal 10. In such a case, this error voltage is added to a coriolis electrical potential difference, and becomes the hindrance of exact angular-velocity detection. Since the after [differential] coriolis signal which this error voltage is generally an excitation signal ((1) of drawing 7 (c), (2)) and the signal of an inphase, and is the output of a differential circuit 63 is outputted with the phase contrast of 90 degrees to this error signal If the switching signal which synchronized with the after [differential] coriolis signal performs in case the output of a differential circuit 63 is detected in the synchronous-detection circuit 64, an error signal will be detected so that a forward part and a negative part may become the symmetry mutually ((4) of drawing 7 (c)). In addition, a switching signal can acquire the excitation signal of the self-excitation circuit 60 by shifting a phase about 90 degrees by the phase adjustment circuit 65. By inputting the output of the synchronous-detection circuit 64 into a smoothing circuit 66, an error voltage signal is offset in a smoothing circuit 66, serves as zero in direct current, and is negated ((5) of drawing 7 (c)). Therefore, if the coriolis signal after a differential output is detected according to the switching signal which synchronized with the coriolis signal and it changes into direct current voltage by the smoothing circuit 66, the dc output which changes to the angular velocity which does not include the error signal produced at the time of nonrotation proportionally correctly can be obtained from an outgoing end 67. The coriolis signal of an alternating current can be changed into the coriolis signal of a direct current only by analog processing without such circuitry, then digital processing, and it becomes easy to also lose the effect of the error by change and aging of an external environment moreover.

[0018] Moreover, while forming the feedback electrode 115, forming a feedback loop and enabling it to drive a piezo electric crystal 10 near resonance frequency by easy circuitry, an unnecessary spurious oscillation is prevented with a loop filter 62, and it enabled it to drive a piezo electric crystal 10 in the excitation mode of single frequency with the gestalt of this operation. By the self-excitation circuit, even if the resonance frequency of a piezo electric crystal changes with aging or change of an external environment, the electrical signal from a feedback electrode also follows and changes to the change. Since a self-excitation circuit is driven on the frequency of the electrical signal from a feedback electrode, it drives, while the frequency of a self-excitation circuit also follows change of the resonance frequency of a piezo electric crystal as a result. Therefore, the oscillating gyroscope sensor stabilized in high sensitivity is obtained.

[0019] (3rd operation gestalt) Drawing 4 is drawing showing the oscillating gyroscope sensor which

used the oscillating gyroscope component of the 3rd operation gestalt, and this. This oscillating gyroscope component 2 is what used the piezo electric crystal of a laminated structure, on both sides of an internal electrode 127, the laminating of a piezo electric crystal 21 and the piezo electric crystal 22 is carried out, and the excitation electrode 126 is formed all over the lowest side 23 of a piezo electric crystal. The internal electrode 127 is formed all over the field which counters mutually [two piezo-electric substrates], and turns into an earth electrode. The 1st detection electrode 121, the 2nd detection electrode 122, the 3rd detection electrode 123, and the 4th detection electrode 124 are formed in the field of four corner in the cross direction W on the top face 24 of a piezo electric crystal 22 among the fields which divide three division into equal parts and a longitudinal direction L equally two, and are divided, and the feedback electrode 125 is formed ranging over two fields of the center section of the cross direction W. It connects electrically so that the electrodes crossed among four detection electrodes may become equipotential. Here, it is the 1st detection electrode and the soft lead wire 128 with which the 3rd detection electrodes do not check vibration, and the 4th detection electrodes are connected with the 2nd detection electrode with the lead wire 129 of the same kind. The revolving shaft Z was used as the shaft of the direction of the thickness direction T at the core of the top face 24 of an oscillating gyroscope component, and support of the oscillating gyroscope component 1 was performed by fixing this core with silicone rubber adhesives. The feedback electrode 125 is connected to the input side of the self-excitation circuit 60, and the excitation electrode 126 is connected to the output side of a self-excitation circuit. Moreover, the combination of the combination of the 1st detection electrode 121 and the 3rd detection electrode 123, the 2nd detection electrode 122, and the 4th detection electrode 124 is connected to the reversal input and noninverting input of a differential circuit 63, respectively. Other circuitry and actuation are the same as the 2nd operation gestalt described.

[0020] (4th operation gestalt) Drawing 5 is drawing showing the oscillating gyroscope sensor which used the oscillating gyroscope component of the 4th operation gestalt, and this. The excitation electrode 133 is formed in the 1st field in the left half of a longitudinal direction L on the top face 31 of the piezo-electric substrate 30. Two more ****s of the 2nd field in the right half of a longitudinal direction are carried out crosswise [W], and the 1st detection electrode 131 and the 2nd detection electrode 132 are formed in each. The earth electrode 134 is formed in the whole surface on the inferior surface of tongue 32 of the piezo-electric substrate 30. And each of 1st detection electrodes and 2nd detection electrodes serves as the feedback electrode. The 1st detection electrode 131 is connected to the reversal input of a self-excitation circuit and a differential circuit, and the 2nd detection electrode 132 is connected to the noninverting input of a self-excitation circuit and a differential circuit. The excitation electrode 133 is connected to the output side of a self-excitation electrode. Other circuitry and actuation are the same as the 2nd operation gestalt described.

[0021] (5th operation gestalt) Drawing 6 is drawing showing the oscillating gyroscope sensor which used the oscillating gyroscope component of the 5th operation gestalt, and this. This oscillating gyroscope component 4 is what used the piezo electric crystal of a laminated structure, on both sides of an internal electrode 145, the laminating of a piezo electric crystal 40 and the piezo electric crystal 41 is carried out, and the excitation electrode 146 is formed all over the lowest side 43 of a piezo electric crystal. The internal electrode 145 is formed all over the field which counters mutually [two piezo-electric substrates], and turns into an earth electrode. The 1st detection electrode 141, the 2nd detection electrode 142, the 3rd detection electrode 143, and the 4th detection electrode 144 are formed [longitudinal direction / L / two division into equal parts and] in each field which divides equally two and is divided in the cross direction W on the top face 42 of a piezo electric crystal 41. It connects electrically so that the electrodes crossed among four detection electrodes may become equipotential. Here, it is the 1st detection electrode 141 and the soft lead wire 146 with which 3rd detection electrode 143 do not check vibration, and 4th detection electrode 144 are connected with the 2nd detection electrode 142 with the lead wire 147 of the same kind. The revolving shaft Z was used as the shaft of the direction of the thickness direction T at the core of the top face 42 of an oscillating gyroscope component, and support of the oscillating gyroscope component 4 was performed by fixing this core with silicone rubber adhesives. These detection electrode serves as the feedback electrode. The 1st detection electrode 141 and the 4th detection electrode 144 are connected to the reversal input and noninverting input of the self-excitation circuit 60, respectively,

and the 2nd detection electrode 142 and the 3rd electrode 143 are connected to the reversal input and noninverting input of a differential circuit 63, respectively. Other circuitry and actuation are the same as the 2nd operation gestalt described.

[0022]

[Effect of the Invention] According to this invention, since the self-excitation circuit is used, it becomes possible to obtain the oscillating gyroscope component and oscillating gyroscope sensor which were stabilized in high sensitivity. It is easy to abolish the error by aging of the electrostatic capacity of a piezo electric crystal or change of an external environment furthermore, and since the coriolis signal of an alternating current can be changed into the coriolis signal of a direct current only by analog processing, without moreover performing digital processing, the processing circuit of an oscillating gyroscope sensor can be considered as a very easy configuration.

[Translation done.]

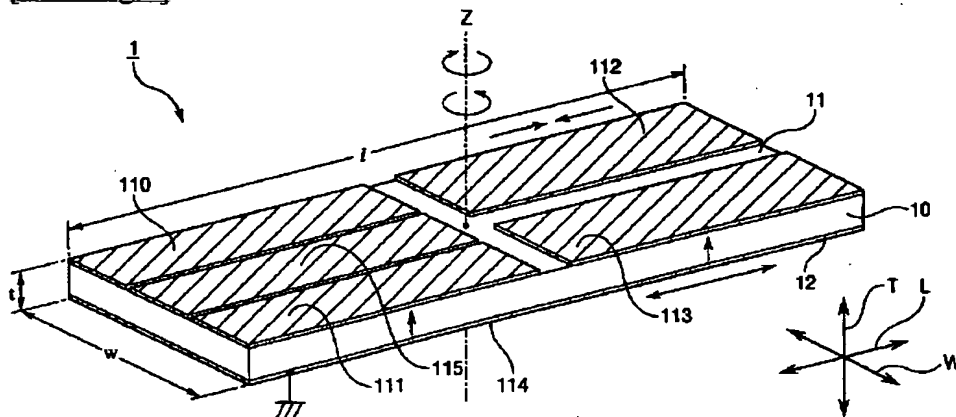
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

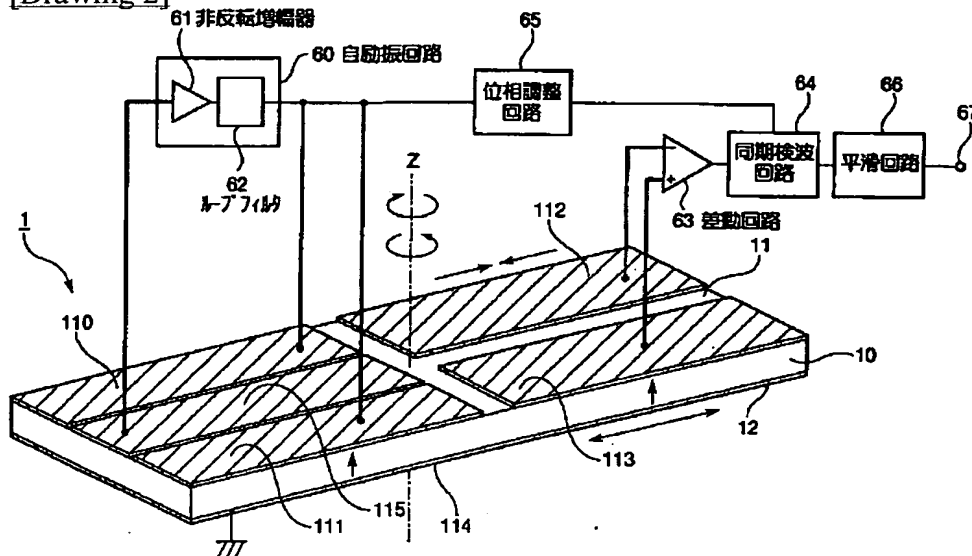
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

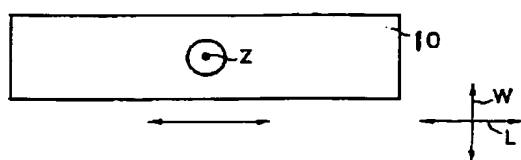
[Drawing 1]



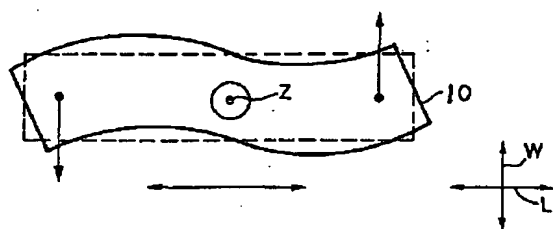
[Drawing 2]



[Drawing 3]

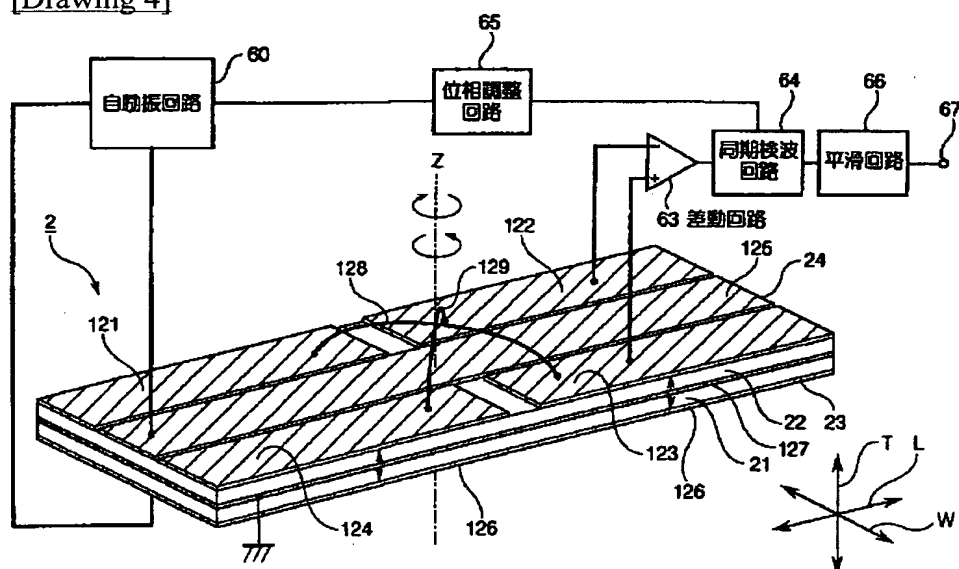


(a)

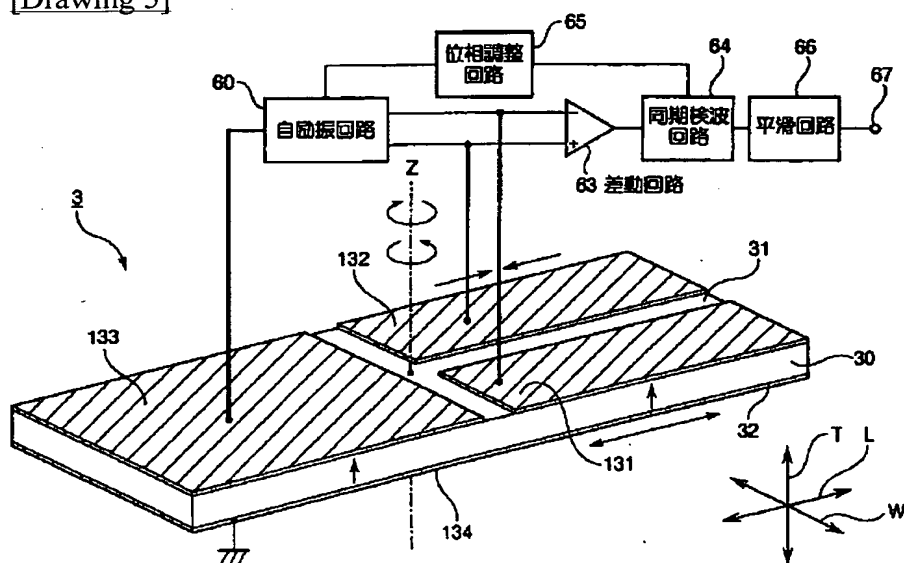


(b)

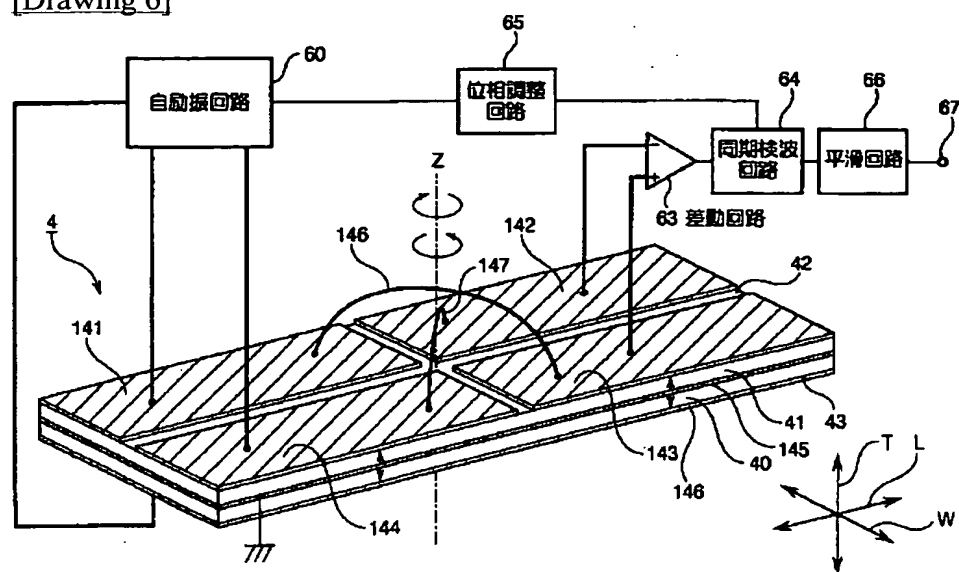
[Drawing 4]



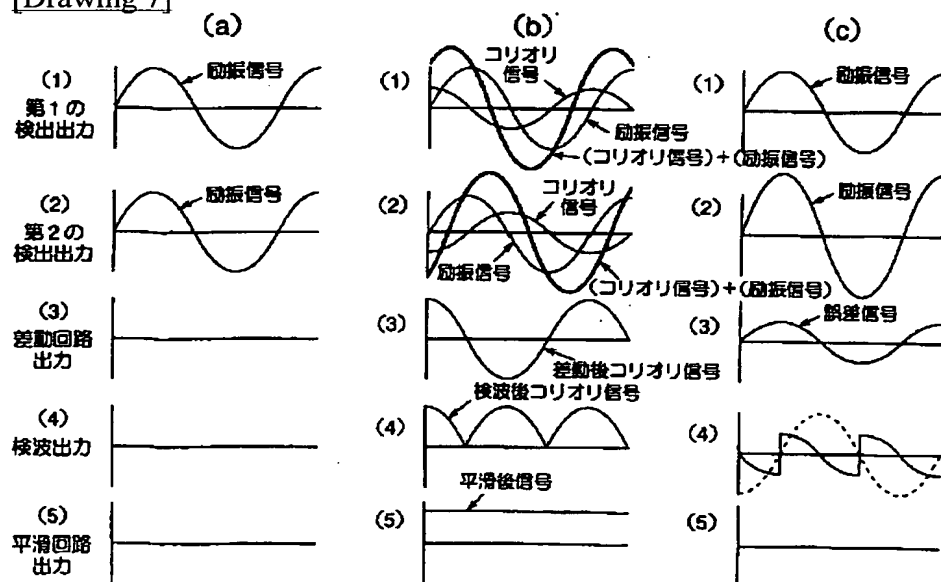
[Drawing 5]



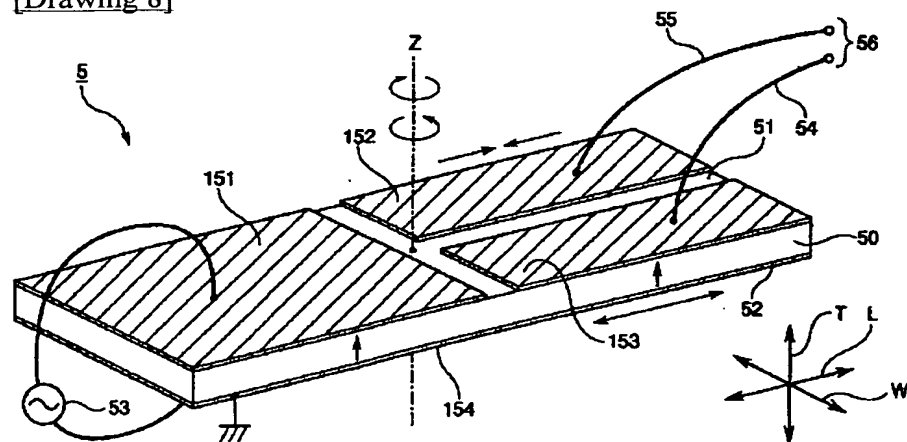
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]